



(11) **CH 707 379 A2**

(51) Int. Cl.: **G01C 22/00** (2006.01)
G01C 23/00 (2006.01)

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

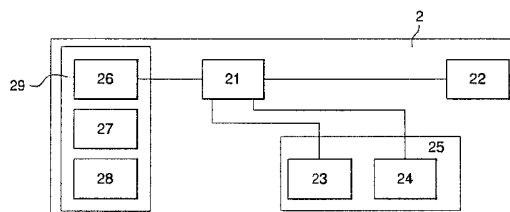
(71) Requêteur:
The Swatch Group Research and Development Ltd,
Rue des Sors 3
2074 Marin (CH)

(72) Inventeur(s):
Christophe Germiquet, 2515 Prêles (CH)
Cédric Nicolas, 2000 Neuchâtel (CH)

(74) Mandataire:
ICB Ingénieurs Conseils en Brevets SA,
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(57) L'invention porte sur une méthode pour le calcul d'une distance parcourue à pied utilisant un appareil de type podomètre portable au poignet (2) pourvu d'un processeur (21) d'une unité de mémoire (22) et d'un module capteur (29), et par ailleurs d'une interface utilisateur, ladite méthode calculant la distance parcourue lors de chaque pas par double intégration à partir de données mesurées par ledit module capteur (29), caractérisée en ce que la condition initiale pour le début de chaque période d'intégration pour chaque pas est une vitesse nulle de la main par rapport au sol.

L'invention porte également sur l'appareil de type podomètre et sur un programme informatique pour l'exécution de la méthode.



Description

[0001] La présente invention concerne une méthode de calcul de distance et un appareil podomètre portatif au poignet pour la mise en œuvre de cette méthode de calcul.

[0002] Pour calculer des distances parcourues par une personne lors d'une activité de marche ou de course à pied, il est désormais courant d'avoir recours à des outils de navigation de type GPS (global positioning system) qui permettent de localiser précisément une personne et ainsi la suivre en temps quasi-réel le long du parcours qu'il effectue. Les GPS sont toutefois relativement coûteux, consomment beaucoup d'énergie et présentent par ailleurs l'inconvénient majeur de ne pas être suffisamment disponibles en raison des signaux hautes fréquences utilisés pour communiquer avec les satellites, qui sont donc susceptibles d'être souvent trop fortement atténués à l'intérieur de bâtiments, de tunnels, voire même en forêt pour pouvoir y être utilisés.

[0003] Etant donné que les GPS sont trop souvent inutilisables, d'autres outils de navigation, utilisant des capteurs magnétiques et inertiels, tels que des accéléromètres et des gyroscopes, ont été développés pour en permettre un usage plus universel soit en fournissant des données de navigation auxiliaires à l'estime lorsqu'un signal GPS n'est plus disponible, soit en calculant de façon permanente et autonome des trajectoires de mouvement d'un utilisateur, notamment par double intégration de données d'un accéléromètre.

[0004] Pour calculer une distance effectuée lors d'une marche et d'une course à pied, il est ainsi déjà connu d'attacher un capteur à l'une des chaussures et de calculer la distance parcourue lors de chaque pas à l'aide des données de ce capteur. La trajectoire de chaque pas est calculée par double intégration sur une période démarrant au moment où le pied sur lequel le capteur est fixé touche le sol, et s'arrêtant au moment où le pied retouche le sol, et la distance totale obtenue par addition de celle de tous les pas. Les conditions initiales pour le calcul d'intégration sont donc typiquement une valeur d'accélération au-dessus d'un seuil prédéterminé lors du choc au sol, et simultanément une vitesse nulle du pied par rapport au sol à ce moment-là, ce qui permet d'éliminer la constante d'intégration.

[0005] L'inconvénient de ce type de podomètre est qu'il emploie un capteur dissocié du dispositif d'affichage sur lequel l'utilisateur souhaite consulter la distance qu'il a parcourue en temps réel, de telle sorte qu'il requiert d'une part une communication sans fil entre le capteur et le dispositif d'affichage, qui peut être perturbée, et nécessite d'autre part l'usage d'une batterie supplémentaire dédiée pour le capteur. Par ailleurs, il nécessite un montage préalable du capteur sur une chaussure, ce qui peut s'avérer malcommode en fonction du façage des chaussures et de la forme du capteur.

[0006] Il existe par conséquent un besoin pour un podomètre exempt des limitations connues.

[0007] Un but de la présente invention est de fournir une méthode de calcul de distance alternative pour podomètre et un podomètre associé permettant de mesurer la distance parcourue par son porteur lors d'activités de marche ou de course à pied sans avoir recours à des informations externes, ni à une calibration préalable – comme par exemple dans la grandeur moyenne d'un pas, similairement à l'indication d'une circonférence de roue pour des compteurs de vitesses pour cycles.

[0008] Ces buts sont atteints grâce à une méthode pour le calcul d'une distance parcourue à pied utilisant un appareil de type podomètre portable au poignet pourvu d'un processeur, d'une unité de mémoire et d'un module capteur, et par ailleurs d'une interface utilisateur, ladite méthode calculant la distance parcourue lors de chaque pas par double intégration à partir de données mesurées par ledit module capteur, caractérisée en ce que la condition initiale pour le début de chaque période d'intégration pour chaque pas est une vitesse nulle de la main par rapport au sol.

[0009] Ces buts sont également atteints grâce à un programme informatique pour la mise en œuvre de cette méthode ainsi qu'un podomètre portable au poignet pourvu d'un module capteur comprenant un accéléromètre, un gyroscope et une boussole, un processeur, une unité mémoire et une interface utilisateur formée d'une unité d'affichage et d'un clavier et/ou de boutons pour l'exécution de ce programme informatique.

[0010] Un avantage de la solution proposée est qu'elle permet de se dispenser d'un capteur au pied pour le calcul de la distance.

[0011] Un autre avantage de la solution proposée est qu'il permet d'intégrer le module capteur fournissant les données utilisées lors du calcul et le module d'affichage des données de distance dans un même appareil portable au poignet, ce qui permet ainsi de réduire les besoins en alimentation d'énergie.

[0012] D'autres avantages ressortiront des exemples de mise en œuvre de l'invention indiqués dans la description détaillée et illustrés par les figures annexées dans lesquelles:

- La fig. 1 illustre le schéma de principe d'une méthode de calcul de distance utilisant un capteur au pied selon l'art antérieur;
- la fig. 2 illustre le schéma de principe d'une méthode de calcul de distance selon l'invention;
- la fig. 3 montre les différentes composantes de vitesse au niveau du poignet pour valider les nouvelles conditions initiales pour le calcul de double intégration selon l'invention;

- la fig. 4 montre une architecture logique d'un dispositif portable au poignet selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention;
- la fig. 5 montre un dispositif portable au poignet et un mode de calcul simplifié selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention.

[0013] Le schéma de la fig. 1 montre un coureur muni d'un appareil portable au poignet 2 et d'un capteur 1 au pied connectés l'un à l'autre par une liaison sans fil 3, par exemple à l'aide de la technologie Bluetooth, Ultra-Wide Band (UWB) ou toute autre technologie sans fil de courte portée appropriée. Ce coureur est représenté respectivement au départ, au milieu et à la fin d'une foulée. Au départ d'une foulée, matérialisée par l'instant (A) où la vitesse du pied V_{ps} est nulle par rapport au sol, le calcul de double intégration est entamé, avec une condition initiale de vitesse nulle du pied qui permet d'éliminer la constante de la première étape d'intégration calculant des valeurs de vitesse à partir de valeurs d'accélération mesurées par le capteur 1. A l'instant (B), les positions des bras et des jambes sont opposés à ceux du début de la période d'intégration (A), ce qui signifie qu'une demi-période d'intégration est écoulée. A l'instant (C), le même pied qui était au sol à l'instant (A) retouche le sol et la vitesse du pied V_{ps} sur lequel est fixé le capteur 1 est à nouveau nulle, tandis que les bras et les pieds sont dans la même position qu'à l'instant (A). On se retrouve donc à la fin d'une période d'intégration, durant laquelle une première distance parcourue L_1 dans la direction D de la course a été calculée sur la base de la trajectoire du pied T_p qui a été déterminée par le calcul de double intégration. Le calcul de la distance totale parcourue s'effectue en additionnant les valeurs de distance obtenues pour chaque pas.

[0014] Selon l'invention, qui vise à se dispenser d'un capteur au pied, le principe consiste à démarrer une période d'intégration pour chaque pas non plus lorsqu'un pied a une vitesse nulle par rapport au sol, mais lorsqu'une main a une vitesse nulle par rapport au sol, comme illustré à la fig. 2. Le moment (E) où la vitesse de la main V_{ms} est nulle par rapport au sol ($V_{ms}=0$) est décalé temporellement par rapport au départ d'une foulée, mais le calcul est toujours effectué par double intégration, avec une nouvelle condition initiale de vitesse nulle qui permet toujours d'éliminer la constante de la première étape d'intégration qui calcule des valeurs de vitesse à partir de valeurs d'accélération mesurées par le capteur, cette fois-ci directement intégré à l'appareil portable au poignet 2. A l'instant (F), les positions des bras et des jambes sont opposés à ceux du début de la période d'intégration (E), ce qui signifie qu'une demi-période d'intégration est écoulée, et à l'instant (G), la même main qui avait une vitesse nulle par rapport au sol à l'instant (E) présente à nouveau une vitesse nulle ($V_{ms}=0$), tandis que les bras et les pieds sont dans la même position qu'à l'instant (E) du début du calcul d'intégration. On se retrouve donc à la fin d'une période d'intégration, durant laquelle une deuxième distance parcourue L_2 dans la direction D de la course a été calculée sur la base de la trajectoire de la main T_m , qui a été déterminée par le calcul de double intégration. Le calcul de la distance totale parcourue s'effectue alors similairement en additionnant les valeurs de distance obtenues pour chaque pas.

[0015] La méthode de calcul illustrée à la fig. 2 permet de se dispenser d'un capteur au pied 1, et d'une liaison sans fil 3, mais les périodes d'intégration pour chaque pas demeurent identiques et sont seulement décalées temporellement. Ainsi les premières et deuxièmes distances L_1 et L_2 , obtenues respectivement selon une méthode connue et la méthode selon l'invention devraient être sensiblement égales, à la différence près de l'écart entre la trajectoire effective déterminée pour la main T_m et celle déterminée pour le pied T_p . Elle permet ainsi toujours de s'affranchir de tout étalonnage puisqu'elle ne compte pas uniquement un nombre de pas, mais calcule bien une distance réelle pour chacun des pas, ce qui garantit un niveau de précision nettement supérieur surtout sur des parcours accidentés où des montées et des descentes peuvent faire varier considérablement la distance et la fréquence de chaque pas.

[0016] Toutefois, s'il est clair que la condition initiale usuelle d'une vitesse nulle du pied par rapport au sol ($V_{ps}=0$) est toujours réalisée pour chaque foulée lorsque le pied touche le sol, il reste à modéliser des contraintes pour la réalisation de la nouvelle condition initiale relative au mouvement de la main introduite dans le cadre de l'invention, et d'autre part à corréler les moments de début et de fin de période d'intégration avec vitesse nulle de la main par rapport au sol ($V_{ms}=0$), c'est-à-dire les instants (E) et (G) illustrés sur la fig. 1, à des valeurs mesurées par un capteur porté directement au poignet.

[0017] La fig. 3 montre une modélisation du mouvement de la main à laquelle est fixé l'appareil portable au poignet dans le référentiel du corps de l'utilisateur 100. Lorsque l'utilisateur se déplace en marchant ou en courant dans une direction donnée à une vitesse linéaire V_c , le mouvement du bras s'effectue en général dans le plan sagittal du corps, illustré par la fig. 3, de telle sorte que la vitesse de la main se décompose en une première composante de vitesse V_1 résultant de la rotation de l'humérus, de longueur R_1 , à une première vitesse angulaire ω_1 autour de l'articulation de l'épaule O_1 , et une deuxième composante de vitesse V_2 résultant de la rotation du radius, de longueur R_2 , à une deuxième vitesse angulaire ω_2 autour de l'articulation du coude O_2 . La vitesse de la main par rapport au corps V_{Mc} est donc égale à la somme vectorielle des vecteurs V_1 de norme $\omega_1 \cdot R_1$ et V_2 de norme $\omega_2 \cdot R_2$. La vitesse de la main par rapport au sol, qui est égale à la somme de la vitesse de la main par rapport au corps V_{Mc} précédemment calculée et de la vitesse du corps par rapport au sol V_c , ne peut donc s'annuler que si la vitesse de la main dans le référentiel du corps est au moins égale à celle du déplacement du corps, cette condition n'étant par ailleurs que nécessaire mais pas suffisante car les deux vecteurs vitesse doivent encore être de sens opposés à ce moment-là.

[0018] Pour valider la nouvelle condition initiale pour le calcul de double intégration selon l'invention, le visionnage de nombreuses vidéos de courses d'athlétisme a permis de vérifier empiriquement que la main était effectivement immobile

par rapport au sol à un moment donné. Pour les meilleurs athlètes de sprint, qui ont donc la vitesse de pointe la plus élevée (pouvant aller jusqu'à plus de 12 mètres par seconde pour Usain Bolt par exemple) le nombre de foulées par seconde est environ égal à 4. En modélisant un mouvement de l'humérus sur un secteur angulaire d'environ 120 degrés, on obtient donc pour deux allers-retours sur ce secteur angulaire une vitesse angulaire moyenne pour la première vitesse angulaire ω_1 autour de l'articulation de l'épaule O1 de $2\pi/3$ radians $\cdot 4$ (la fréquence de pas par seconde, qui correspond également à la fréquence d'oscillation des bras). Mais la vitesse angulaire n'est pas constante sur cette période et sur la base des visionnages on a approximé empiriquement le ratio entre la vitesse angulaire maximale et la vitesse angulaire moyenne à entre 2 et 3, soit au final pour une longueur d'humérus de 30 centimètres pour un homme de corpulence moyenne de taille 1.85m une première composante de vitesse V1 maximale égale en norme à $0.3 \cdot 2\pi/3 \cdot 4 \cdot 2.5 = \sim 6.3$ mètres par seconde.

[0019] La deuxième composante de vitesse V2, qui correspond au déroulement du coude, ne s'effectue que sur un secteur angulaire plus restreint d'environ 90 degrés, mais on pourra toutefois remarquer que ce déroulement ne s'effectue principalement que sur la fin de la demi-période du mouvement rétrograde du bras par rapport à la direction D du mouvement (voir notamment l'écart angulaire entre les instants (E) et (F) de la fig. 2). En première approximation, on peut donc considérer qu'un secteur angulaire de 60 degrés, soit les 2/3 du secteur angulaire total de 90 degrés parcouru, n'est décrit lors de la 2e moitié seulement de la demi-période du mouvement vers l'arrière du bras, puisque le coude ne se déroule effectivement que très peu au départ du mouvement rétrograde du bras vers l'arrière, et beaucoup vers la fin. Avec cette modélisation du mouvement du bras, on retrouve une vitesse angulaire moyenne pour la deuxième vitesse angulaire ω_2 du radius autour de l'articulation du coude O2 qui est égale à $\pi/3$ radians (= 60 degrés) $\cdot 4$ (la fréquence de la demi-période du mouvement rétrograde du bras) $\cdot 2$ (la moitié de cette demi-période durant laquelle le déroulement du coude a effectivement lieu), soit une valeur identique à la première vitesse angulaire moyenne précédemment déterminée pour l'humérus. Or si le radius est d'ordinaire de longueur approximativement égale à celle de l'humérus, le fouetté du mouvement du déroulement du coude est beaucoup plus important que celui de l'humérus, autrement dit le ratio entre la vitesse angulaire maximale et la vitesse angulaire moyenne est bien supérieur. Sur la base des visionnages, ce ratio peut être approximé empiriquement non pas à 2.5, comme pour la première vitesse angulaire ω_1 , mais à 4, soit près du double, ce qui donne donc également une norme maximale de deuxième composante de vitesse V2 égale à $0.3 \cdot 2\pi/3 \cdot 4 \cdot 4 = \sim 10.1$ mètres par seconde.

[0020] On constate donc qu'avec cette modélisation dans le cadre d'un sprint, la somme en norme des deux valeurs maximales pour les premières et deuxièmes composantes V1 et V2 du vecteur vitesse de la main par rapport au corps V_{Mc} est bien supérieure à la valeur des vitesses de pointe ($16.4 > 12.3$). Toutefois, étant donné qu'il s'agit d'une part d'une somme vectorielle, et que d'autre part les maxima ne sont pas atteints simultanément pour chacune de ces composantes, il apparaît raisonnable de formuler l'hypothèse que le vecteur V_{Mc} pourra avoir un sens sensiblement opposé à celui de la course, par exemple quelques instants après le moment où le coureur est représenté sur la figure 3, où le premier vecteur V1 pointera un peu plus vers le haut et le deuxième vecteur V2 pointera un peu moins vers le bas, et qu'à cet instant la norme de ce vecteur vitesse de la main par rapport au corps sera sensiblement égale à celle de la vitesse du corps V_c par rapport au sol.

[0021] Après avoir validé cette nouvelle condition initiale pour la calcul de distance dans des conditions d'utilisation «extrêmes» de course dans le cadre d'un sprint, on peut également valider cette nouvelle condition initiale dans le cadre d'une marche lente où la fréquence de pas est de l'ordre de quatre fois moindre (environ 1 pas par seconde), l'amplitude du mouvement de l'humérus d'au maximum 90 degrés et non plus de 120 degrés et le déroulé du coude très réduit, voire quasi inexistant, ce qui est le cas notamment lorsque le marcheur utilise des bâtons. Dans cette situation, la vitesse angulaire moyenne pour l'humérus est d'au maximum de $\pi/2$ radians, mais dans ce cas le ratio entre la vitesse angulaire moyenne et la vitesse maximale est également légèrement inférieure, de l'ordre de 2, puisque l'amplitude et la fréquence du mouvement des bras sont moindres. On obtient donc, dans le cadre de cette modélisation, et pour des mêmes valeurs de longueur de l'humérus, une vitesse de $0.3 \cdot \pi/2 \cdot 2 \cdot 3.14 = \sim 0.94$ m/s soit environ 3.4 km/h, ce qui correspond effectivement à la vitesse d'un marcheur, dont la vitesse moyenne est en général approximée à 3–4 km/h.

[0022] Par conséquent, la condition initiale d'une vitesse nulle de la main par rapport au sol au début d'une période d'intégration pour le calcul de la distance effectuée lors d'un pas permet de couvrir des activités physiques d'une intensité faible, comme la marche, jusqu'à une intensité maximale, comme le sprint, ce qui englobe donc tout type de course intermédiaire comme le fond et le demi-fond.

[0023] Selon un mode de réalisation préférentiel, l'appareil portable au poignet 2 selon l'invention est une montre dont l'architecture logique est illustrée à la fig. 4. La montre comprend un module capteur 29 intégré pour détecter les mouvements de la main et ainsi déterminer les instants où la nouvelle condition initiale est remplie. Le module capteur 29 selon l'invention comprend un accéléromètre 26, qui mesure les composantes d'accélération selon trois axes, et de préférence deux axes dans le plan de la montre un troisième perpendiculaire au plan de la montre. Le module capteur comprend également un gyroscope 27 pour mesurer les accélérations angulaires selon trois axes, et enfin une boussole 28 pour déterminer l'inclinaison de la montre par rapport au Nord. Un processeur 21 et une unité mémoire 22 permettent de calculer la distance de chaque pas et une unité d'affichage 23, comme par exemple un écran LCD, permettent d'afficher les résultats, tandis qu'un clavier et/ou des poussoirs 24 permettent d'activer le mode de calcul de distance et de démarrer la mesure. L'unité d'affichage et le clavier et/ou les poussoirs 24 constituent un module d'interface utilisateur 25 puisqu'ils

permettent d'interagir avec lui, soit en introduisant des instructions de commande, soit en donnant un feedback sur les résultats obtenus lors du calcul de distance.

[0024] Selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention, la condition initiale de vitesse nulle de la main par rapport au sol est modélisée comme correspondant à un instant où l'accéléromètre 26 du module capteur 29 détecte une annulation de l'accélération. En pratique, on pourra déterminer un seuil très faible en dessous duquel la norme du vecteur d'accélération par rapport aux composantes détectées selon les trois axes est considéré comme nul, comme par exemple 0.01 m/s. On pourra noter que l'annulation de l'accélération a certes lieu deux fois lors de l'aller-retour du mouvement du bras sur une période d'intégration, mais que seule l'annulation de l'accélération lors du mouvement rétrograde du bras par rapport à la direction du mouvement permet d'annuler la vitesse de la main par rapport au sol. Toutefois, étant donné que les moments où l'accélération de la main s'annule dans le référentiel du corps ont lieu en opposition de phase par rapport à la période d'intégration sur un aller-retour du bras, le fait de choisir d'un ou l'autre de ces instants où l'accélération de la main s'annule pour démarrer le calcul de double intégration n'a que pour effet d'inverser le signe des résultats de distance obtenus, mais pas leur valeur absolue. Par conséquent, selon un premier mode de réalisation préférentiel, la méthode pour le calcul de distance parcourue à pied selon l'invention peut choisir aléatoirement le premier instant où une annulation de la norme du vecteur d'accélération est détectée par l'accéléromètre.

[0025] Selon un deuxième mode de réalisation préférentiel de l'invention, on peut également corrélérer l'annulation de la valeur d'accélération détectée par l'accéléromètre 26 avec des valeurs détectées par la boussole 28 et du gyroscope 27 du module capteur, qui permettent de déterminer une direction de mouvement D et ainsi de savoir si l'accélération s'annule lors du mouvement du bras dans la direction du mouvement D qui a été déterminé, ou dans le sens opposé. Alternativement, la direction du mouvement du porteur peut être déterminée en calculant des valeurs de variance des données d'accélération mesurées par l'accéléromètre, car la variance est minimale pour l'axe latéral du corps (c'est-à-dire un axe parallèle au plan horizontal qui passerait par les deux épaules ou traverserait les hanches), mais est au contraire, toujours dans un plan horizontal, maximale dans la direction du mouvement.

[0026] La fig. 5 illustre une montre bracelet utilisée comme appareil portable au poignet 2 dans le cadre de l'invention, et des composantes d'analyse qui permettent de simplifier la méthode de calcul de distance selon l'invention, à savoir la vitesse angulaire de rotation autour de l'axe du radius A-A, notée ω_A , ainsi que la composante de vitesse normale VN au plan P défini comme étant celui de l'appareil portable au poignet 2 et correspondant à celui du dos de la main 101. Lorsque l'accéléromètre 26 mesure des données selon trois axes, dont deux définissent le plan P de l'appareil portable au poignet 2 et le troisième définit la direction normale de mesure de la composante normale de vitesse VN, on peut considérer qu'il n'y a aucun mouvement latéral parasite de la main lorsque les valeurs mesurées par l'accéléromètre selon cette composante sont inférieures à un certain seuil prédéterminé, et qu'il n'y a non plus aucun mouvement en torsion de la main autour de l'axe du radius A-A lorsque les valeurs détectées par le gyromètre 27 selon cet axe sont également inférieures à un seuil prédéterminé. Dans ce cas, on pourra n'effectuer le calcul de double intégration qu'en utilisant uniquement les deux composantes d'accélération dans le plan P de l'appareil portable au poignet 2 afin de simplifier les calculs et diminuer la consommation énergétique pour l'alimentation du processeur 21, et ainsi augmenter la durée de vie de la pile pour un usage régulier de l'appareil portable au poignet 2 permettant la mesure de la distance parcourue lors de chaque sortie de son porteur.

[0027] Afin de mettre en œuvre la méthode de calcul selon l'invention, un programme informatique pourra être chargé directement dans l'unité de mémoire 22 de l'appareil portable 2 avant sa première mise en service, ou encore disponible pour un téléchargement sur un site internet, par exemple du vendeur de l'appareil portable au poignet. Des mises à jour logicielles pourront également être prévues ainsi qu'une interface de communication pour analyser les données d'une sortie de manière asynchrone sur un ordinateur fixe ou portable.

Revendications

1. Méthode pour le calcul d'une distance parcourue à pied utilisant un appareil du type podomètre portable au poignet (2) pourvu d'un processeur (21), d'une unité de mémoire (22) et d'un module capteur (29), et par ailleurs d'une interface utilisateur (25), ladite méthode calculant la distance parcourue lors de chaque pas par double intégration à partir de données mesurées par ledit module capteur (29), caractérisée en ce que la condition initiale pour le début de chaque période d'intégration pour chaque pas est une vitesse nulle de la main par rapport au sol.
2. Méthode pour le calcul d'une distance parcourue à pied selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite condition initiale de vitesse nulle de la main par rapport au sol est modélisée comme correspondant à un instant où une annulation de valeur d'accélération est détectée par un accéléromètre (26) dudit module capteur (29).
3. Méthode pour le calcul d'une distance parcourue à pied selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'annulation de ladite valeur d'accélération détectée par ledit accéléromètre est corrélée avec des valeurs d'une boussole (28) et/ou d'un gyroscope (27) dudit module capteur pour déterminer une direction de mouvement (D).
4. Méthode pour le calcul d'une distance parcourue à pied selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit calcul de chaque pas n'est effectué qu'en utilisant les composantes d'accélération dans le plan (P) dudit appareil portable (2).

5. Programme informatique comprenant des instructions pour l'exécution de la méthode de calcul d'une distance parcourue à pied selon l'une des revendications 1 à 4.
6. Appareil de type podomètre portable au poignet (2) comprenant un module capteur (29) comprenant un accéléromètre (26), un gyroscope (27) et une boussole (28), un processeur (21), une unité mémoire (22) et une interface utilisateur (25) formée d'une unité d'affichage (23) et d'un clavier et/ou de poussoirs (24) pour l'exécution du programme informatique de la revendication 5.

Fig. 1

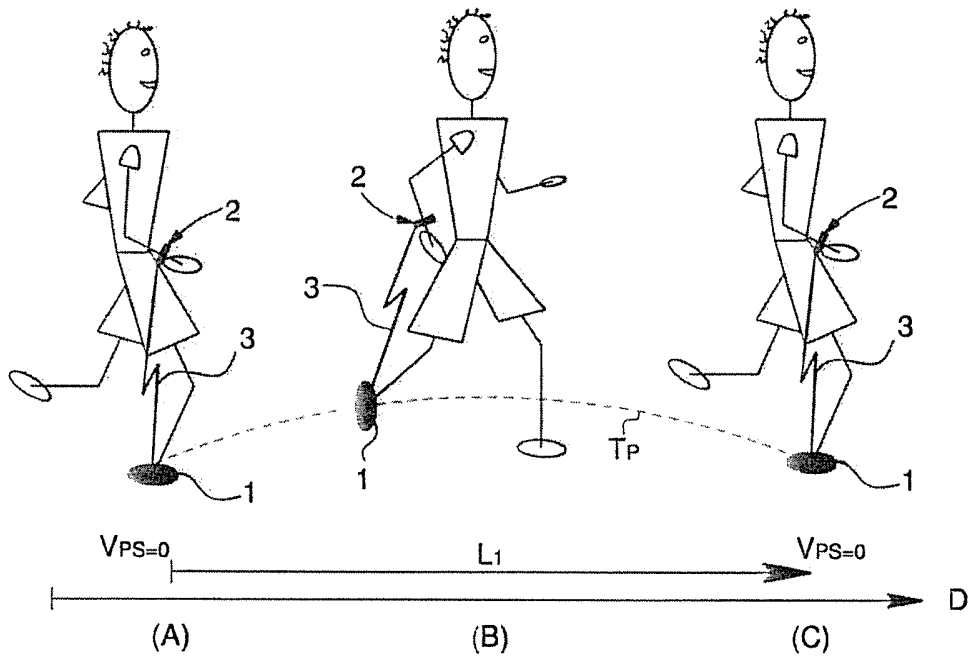


Fig. 2

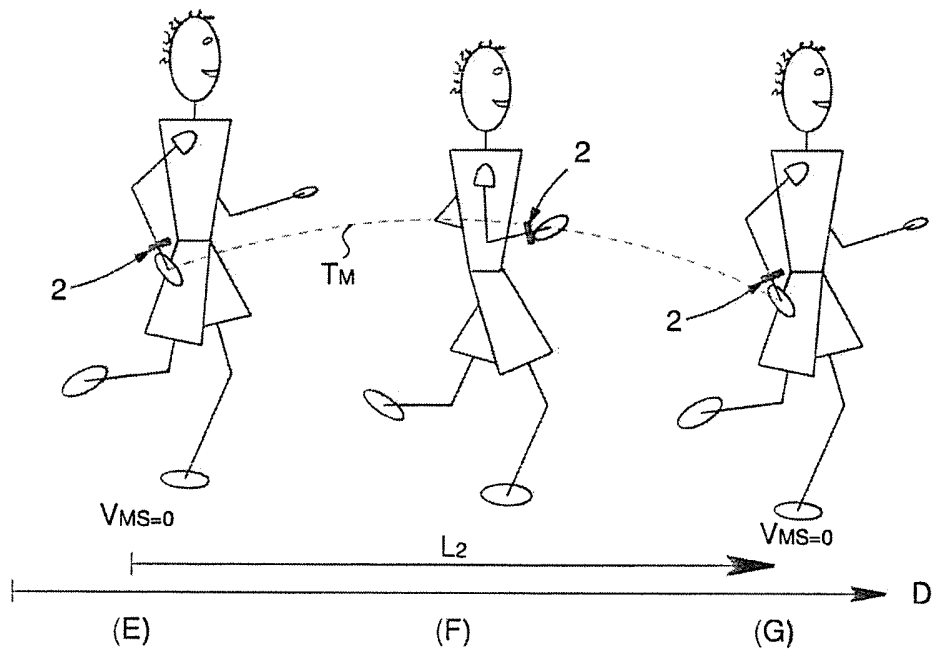


Fig. 3

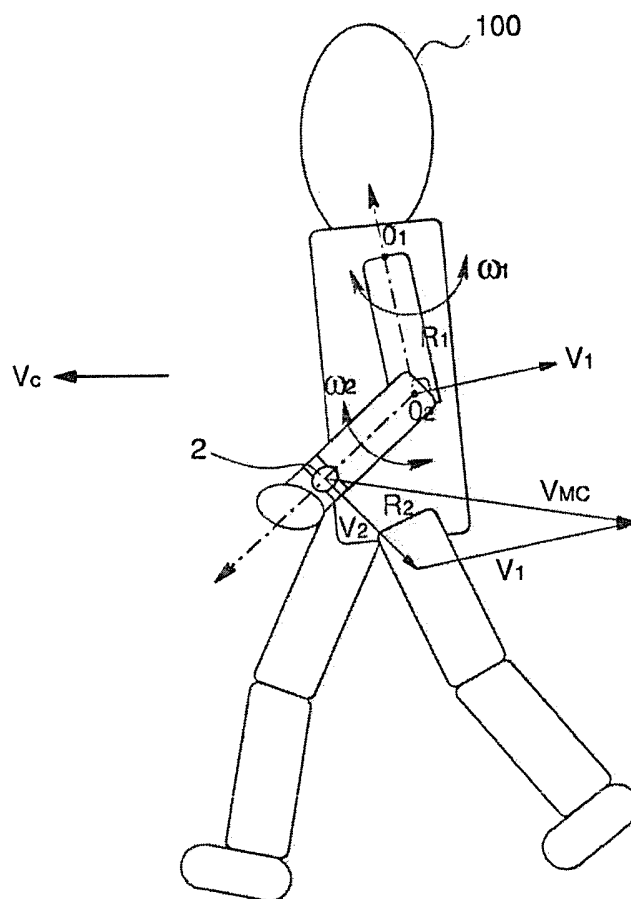


Fig. 4

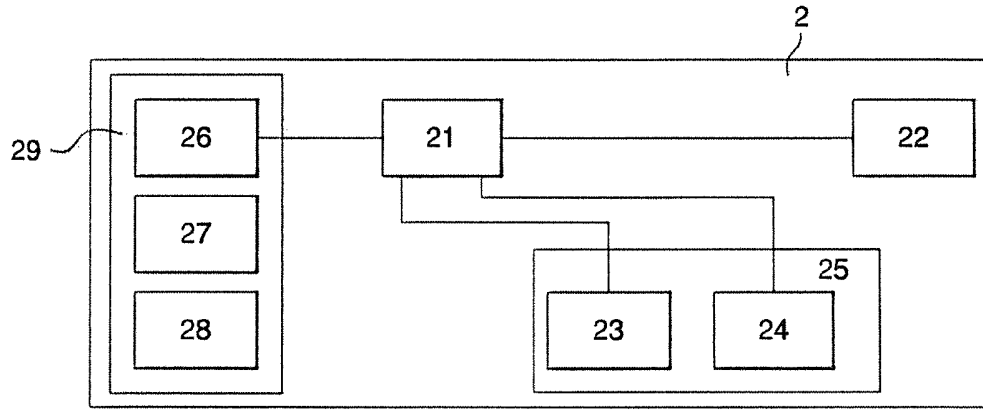


Fig. 5

